

Artículo científico derivado de una experiencia social o didáctica

DOI: <http://doi.org/10.15517/revedu.v49i1.61264>

Integrando la Realidad Aumentada AR-Sandbox en la educación geográfica chilena: experiencia en la asignatura de Manejo de Cuencas Hidrográficas

Integrating Augmented Reality with AR-Sandbox in Chilean Geography Education: A Case Study in Watershed Management

Paula Quijada Prado
Universidad de Concepción
Concepción, Chile
paulaquijada@udec.cl
<https://orcid.org/0000-0001-9769-0930>

Matías Ruz Díaz
Universidad de Concepción
Concepción, Chile
maruz2021@udec.cl
<https://orcid.org/0009-0008-9358-2359>

María Ester González-Campos
Universidad de Concepción
Concepción, Chile
mariaesgonzalez@udec.cl
<https://orcid.org/0000-0001-6312-5757>

Rodrigo Sanhueza Contreras
Universidad de Concepción
Concepción, Chile
rsanhue@udec.cl
<https://orcid.org/0000-0002-2490-5459>

Carolina G. Ojeda Leal
Centro de Investigación para la Gestión Integrada del
Riesgo de Desastres (CIGIDEN)
Macul, Chile
carolina.ojeda@cigiden.cl (Correspondencia)
Universidad San Sebastián
Concepción, Chile
cojedal@docente.uss.cl
<https://orcid.org/0000-0002-9830-9203>

Voltaire Alvarado Peterson
Universidad de Concepción
Concepción, Chile
voalvarado@udec.cl
<https://orcid.org/0000-0001-5912-4006>

¿Cómo citar este artículo?

Quijada-Prado, P., González-Campos, M. E., Ojeda-Leal, C. G., Ruz-Díaz, M., Sanhueza-Contreras, R. y Alvarado-Peterson, V. (2025). Integrando la Realidad Aumentada AR-Sandbox en la educación geográfica chilena: experiencia en la asignatura de Manejo de Cuencas Hidrográficas. *Revista Educación*, 49(1). <http://doi.org/10.15517/revedu.v49i1.61264>

Esta obra se encuentra protegida por la licencia Creativa Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



Recepción: 6 de agosto de 2024
Aceptado: 5 de noviembre de 2024

RESUMEN

El uso de la Realidad Aumentada Sandbox (AR-Sandbox) resulta una experiencia enriquecedora en la enseñanza y el aprendizaje de la geografía. El objetivo de este artículo es presentarla como recurso didáctico, para modelar territorios reales o imaginarios, en la asignatura de Manejo de Cuencas Hidrográficas en la carrera de Geografía de la Universidad de Concepción, Chile. El diseño metodológico consideró el trabajo del estudiantado, durante todo el semestre, con algunas cuencas hidrográficas del país, utilizando QGIS y ArcGIS, las que luego se modelaron en la AR-Sandbox. Con el fin de conocer su percepción tras la experiencia, se implementó una breve encuesta online a 13 personas estudiantes. Los resultados indicaron que una amplia mayoría (>69%) reconoció haber internalizado mejor los contenidos del curso utilizando este recurso didáctico en 3D, en comparación con el trabajo con mapas (2D). Esto indica la importancia de incorporar diferentes formatos de modelamiento territorial en la enseñanza de la geografía. También se destacó el aporte de la AR-Sandbox para trabajar en equipo en tiempo real y su potencial integración en otros cursos de contenido más complejo, como geomorfología y riesgos socio-naturales. Finalmente, los respondientes propusieron el uso de la AR-Sandbox en asignaturas electivas, apoyo a otras carreras y en tesis de pregrado.

PALABRAS CLAVE: Educación geográfica, AR-Sandbox, Realidad Aumentada, Manejo de cuencas hidrográficas, Educación superior, Enseñanza de la Hidrología, Recursos Educativos Abiertos.

ABSTRACT

The Augmented Reality Sandbox (AR-Sandbox) offers an enriched pedagogical experience in geographical education. This study aims to showcase the AR-Sandbox as a didactic tool for modeling real and imaginary territories in the Watershed Management course within the Geography program at the University of Concepción, Chile. The methodological design took into account the students' work throughout the semester on some of the country's watersheds, using QGIS and ArcGIS, which were then modelled in the AR-Sandbox. To ascertain their perceptions following the experience, a brief online survey was conducted. Results revealed that over 69% of respondents reported improved comprehension of course content through this 3D learning resource compared to traditional 2D maps. These findings underscore the significance of incorporating diverse territorial modeling formats in geography education. Additionally, the AR-Sandbox was recognized for its benefits in fostering real-time teamwork and its potential application in advanced courses such as geomorphology and socio-natural risk analysis. Respondents further suggested its use in elective courses, interdisciplinary applications, and undergraduate thesis projects.

KEYWORDS: Geographic Education, AR-Sandbox, Augmented Reality, Watershed Management, Higher Education, Hydrology Education, Open Educational Resources.

INTRODUCCIÓN

A partir de 2019, el currículo escolar chileno vinculado a las asignaturas, específicamente, la de Historia, Geografía y Ciencias Sociales fue modificado, relegándolo del plan de formación general común hacia otro complementario, más adelante reconocido como Plan Común Electivo (Arredondo, 2012; Ministerio de Educación de Chile [MINEDUC], 2019; Arenas, Fernández y Pérez, 2016), a lo que se suman asignaturas de profundización optativas, siempre y cuando los establecimientos y sus sostenedores decidan ofrecerlas¹.

Esta situación generó contenidos disciplinares marginados o sujetos a la incertidumbre, dificultando la concreción efectiva del desarrollo del pensamiento geográfico al final del proceso formativo obligatorio. Así, la situación plantea desafíos al cuerpo docente universitario: recibir el estudiantado de pregrado con débil formación en temáticas geográficas y formar profesionales competentes, obligándolos a replantear sus métodos tradicionales de enseñanza de la geografía y riesgos socio naturales (Olivares et al., 2023).

En este contexto, el cuerpo académico universitario ha enfrentado nuevos retos durante décadas en la gestión del aprendizaje, la transferencia y la aplicación del conocimiento, promoviendo la resolución de problemas y la toma de decisiones en términos colaborativos y cooperativos. El desarrollo y uso de herramientas y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se presenta como un recurso fundamental y altamente demandado en el ejercicio profesional y académico.

La forma efectiva de usar las TIC en el proceso pedagógico es a través de las Tecnologías del Aprendizaje y la Comunicación (TAC), abriéndose a nuevas formas de crear, compartir y colaborar, mientras se fortalece el proceso de enseñanza y aprendizaje. Así, la enseñanza formal se combina con nuevos recursos didácticos, haciéndolos más sintéticos, holísticos, lúdicos y creativos, contribuyendo al fomento del pensamiento geográfico con fórmulas tanto convencionales como renovadas.

El reto docente es adoptar y poner en práctica metodologías facilitadoras de los procesos de enseñanza y aprendizaje, entendiendo su avance, cada vez más, hacia grupos de nativos y residentes digitales que, por ende, demandan formas de trabajo más dinámicas, colaborativas o cooperativas.

El objetivo de este artículo es indagar cualitativamente y de forma exploratoria en el uso de la Realidad Aumentada AR-Sandbox como recurso didáctico complementario para la educación geográfica en la educación superior en tres etapas: la participación estudiantil en su construcción, el uso de la AR-Sandbox en clases por estudiantes para ver la experiencia y una instancia de capacitación para los docentes de la carrera. Como caso de estudio se consideró su uso en el curso de Manejo de Cuencas Hidrográficas en la carrera de Geografía en la Universidad de Concepción en Chile.

¹ Dentro del sistema educacional chileno, el sostenedor es quien está a cargo de la gestión administrativa y curricular de cada escuela. Conviven, por ejemplo, las direcciones municipales, las corporaciones educacionales, las fundaciones sin fines de lucro y los establecimientos privados. Esto hace que en Chile no exista una categoría de educación pública, pues cada escuela, liceo o colegio son de responsabilidad de alguno de estos entes que, aun siendo agencias estatales –como los municipios–, no son públicas. El proceso de retorno hacia lo público ha comenzado con la creación de los Servicios Locales de Educación Pública.

Referentes Conceptuales o Marco Teórico

¿Qué es educación geográfica?

La educación geográfica combina el saber pedagógico con el conocimiento especializado de la disciplina, promoviendo el desarrollo del pensamiento y la racionalidad geográfica. Su propósito es comprender las problemáticas sociales y ambientales que influyen en la interacción entre el ser humano y la naturaleza (Araya y Cavalcanti, 2018).

Su ejercicio se despliega entre ámbitos diversos, aun situándose de manera preferente en las cuestiones escolares. Experiencias latinoamericanas señalan a la educación geográfica como competencia de alcance interdisciplinario en la adquisición de herramientas críticas espaciales (Ramírez et al., 2024); en las urgencias de una formación ciudadana responsable con el medio natural y solidario en las relaciones urbanas (Callai, 2018); técnicas de observación de paisaje (Gurevich, 2017); y la permanente discusión acerca de la innovación en metodologías frente a la transformación de los contenidos (Caso y Gurevich, 2019).

Al respecto, en Chile, durante las últimas décadas, la educación geográfica se ha centrado en la sustentabilidad y en la formación ciudadana, destacando iniciativas como la utilización de nuevas tecnologías en la misma (Arenas, et al., 2016). Más que a un campo didáctico, esta educación se refiere al conjunto de posibilidades que abre la Geografía en la construcción del saber espacial, desarrollado en técnicas, habilidades y herramientas.

¿Qué es la Realidad Aumentada?

La Realidad Aumentada (RA) es una mezcla de objetos físicos y virtuales que integran dos mundos para mejorar la interacción, donde el usuario sigue en contacto con su contexto sin llevarse a un mundo virtual (Chamba-Eras y Aguilar, 2017). Azuma (1997), uno de los pioneros en el estudio de esta tecnología, concebía la RA como una combinación de elementos de la realidad con otros virtuales interactivos en tiempo real y en formato 3D. La realidad aumentada ha sido una tecnología prometedora en educación enriqueciendo conceptualmente escenarios educativos reales contribuyendo a la motivación de los estudiantes. Las investigaciones sobre su uso en la educación la presentan como una potente herramienta para el aula, facilitando formas de interacción visual en el aprendizaje en diferentes disciplinas (Akçayır y Akçayır, 2017).

De esta forma, el uso de material didáctico interactivo e innovador de realidad aumentada, aplicado a la pedagogía activa, motiva al estudiantado a involucrarse en su aprendizaje, generando conexiones más duraderas y significativas de conocimiento al introducir el mundo real en el aula (Lee et al., 2022). Además, integrar la realidad aumentada contribuye al aprendizaje significativo, propiciando una educación interactiva del estudiantado (Herrero et al., 2019) y del futuro profesorado (Moreno-Fernández et al., 2022).

¿Cómo incorpora la sandbox la Realidad Aumentada?

La AR-Sandbox es uno de los recursos didácticos que utiliza la Realidad Aumentada (RA en español; del inglés Augmented Reality, AR), y su uso se ha difundido ampliamente en distintos niveles educativos. Este recurso fue creado por el científico informático Dr. Oliver Kreylos en el UC Davis DataLab, anteriormente del W.M. Keck Center for Active Visualization in the Earth Sciences (Keck-CAVES) de UC Davis (Kreylos et al., 2016; Reed et al., 2016).

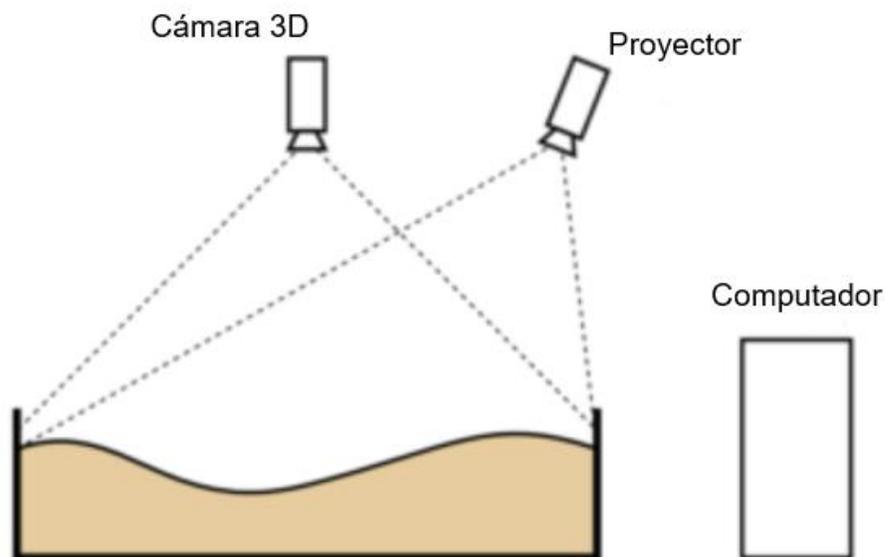
Es diferente de la Geological Analogue Modeling Sandbox que busca mostrar las formaciones geológicas con precisión y gran detalle para realizar modelaciones numéricas (Machado et al., 2023).

Utilizando el software y el diseño creado en UC Davis, los AR-Sandbox se han instalado en miles de instituciones, escuelas de distintos niveles educativos, universidades y museos en todo el mundo. El registro de instalaciones se encuentra disponible en AR Sandbox World Map², con 857 ubicaciones de AR Sandbox actualizado por última vez el 31/07/2022.

Este recurso didáctico y de investigación profesional consiste en una caja de arena con un sensor de profundidad (Kinect) el cual detecta y registra las condiciones del terreno (arena) y de la topografía (profundidad, rugosidad, condiciones de borde y movimiento de tierra-agua) (Barthele et al., 2023). La información recopilada se traduce por el software AR-Sandbox asignando colores en tiempo real según la profundidad del terreno para su posterior visualización mediante un proyector sobre la caja de arena (Figura 1).

Figura 1.

Estructura básica de la AR-Sandbox proporcionada por sus creadores



Fuente: Kreylos, et al. (2016).

² <https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/>

El objetivo de la AR-Sandbox es enseñar conceptos geográficos, geológicos, hidrológicos y volcánicos, los cuales van desde evaluar el significado de una cuenca hasta leer mapas. En las lecciones de geociencias, se entienden procesos dinámicos complejos que resultan difíciles de comprender y estructurar (Momin, 2020). Es en este contexto donde las habilidades de pensamiento y la visualización espacial de fenómenos del mundo real resultan clave para mejorar la comprensión, y donde el aprendizaje experimental mediante el uso de entornos de RA puede resultar muy efectivo (Johnson y McNeal, 2022; McNeal et al., 2020).

La aplicación de la RA a un modelo físico posibilita la simulación realista de los procesos terrestres, contribuyendo al diseño y la implementación de modos de aprendizaje experimentales (Hod y Twersky, 2020; Kundu et al., 2017). En este sentido, la AR-Sandbox es un recurso didáctico innovador para el desarrollo de las actividades educativas en geografía y educación ambiental, entendiendo que un recurso didáctico es todo material utilizado para facilitar el desarrollo de las actividades formativas en un contexto educativo (Villacreces et al., 2016).

¿Cómo se aborda la asignatura manejo de cuencas hidrográficas en Chile?

Actualmente, el manejo antrópico de las cuencas hidrográficas se encuentra en leyes, tratados y convenios como parte integral del ordenamiento territorial de las regiones y países. Estas unidades se encuentran definidas, planificadas y reguladas gracias a la ley N.º 21.455 Ley Marco de Cambio Climático de 2023 y se considera como la “unidad básica de gestión de aguas y se considera indivisible” (Decreto 58 Ministerio de Obras Públicas, 2024, p. 3) que debe poseer un Plan Estratégico de Recursos Hídricos.

En ese sentido, esta legislación acogió las evidencias teóricas que promovían un tratamiento antrópico del manejo integrado de cuencas con el fin de garantizar la seguridad hídrica, social y económica de sus habitantes, mitigar riesgos naturales por inundación, y, promover un adecuado ordenamiento territorial (Henríquez y Jordán, 2013).

Metodológicamente, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que incluyen imágenes satelitales (2D) son los que más se han utilizado y progresivamente se han complementado con actividades participativas de las comunidades, drones y modelamiento en 3D (Braz et al., 2020).

METODOLOGÍA

Construcción de la AR-Sandbox desde la participación estudiantil.

La construcción del recurso didáctico se concretó con trabajo colaborativo entre un grupo de estudiantes y un equipo de profesores/as de la carrera de Geografía de la Universidad de Concepción (Figuras 2 y 3) basada en la versión SARndbox-2.8 (Kreylos, et al., 2016). Las especificaciones de la caja de arena son 0.75m x 1m x 0.20m que sostienen un sensor Kinect 1 (1414) XBOX® 360 (Microsoft, USA) y un proyector de tiro largo SONY®. Este último se colocó a una altura de 1m para su

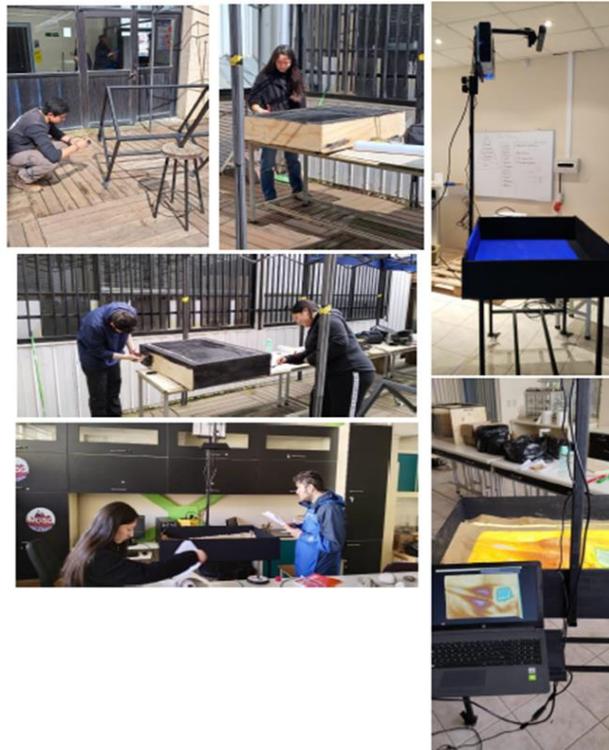
correcta proyección sobre la caja. El computador tenía 8GB de RAM, disco duro de 512GB, pantalla de 15.6" y una tarjeta de video NVIDIA MX550 de 2GB. El sistema operativo instalado en el laptop fue Linux 21.3 *Mint Virginia* (<https://www.linuxmint.com/download.php>).

Se utilizó maicillo como arena considerando las indicaciones de seguridad sobre sílice y polvo descritas por Viracucha y Manosalvas (2021).

Una vez construido y armado el hardware necesario para el correcto funcionamiento de la AR-Sandbox, se calibró el software tomando tres alturas diferentes con el sensor Kinect. Tras este paso, se reinició el laptop para guardar la calibración. Por último, se abrió el software en la terminal visualizándose las curvas de nivel, un Modelo Digital de Terreno (MDT).

Figura 2.

Estudiantes construyendo la AR-Sandbox durante 2023



Nota. Esta fotografía contó con la autorización de las y los estudiantes para su publicación.

Fuente: Archivos personales de los/las autores/as.

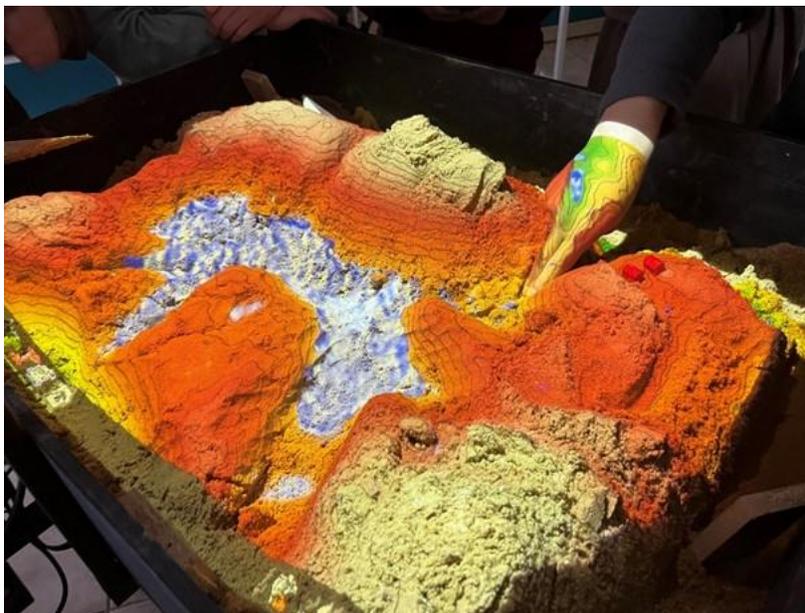
Aplicación de la experiencia AR-Sandbox en el curso Manejo de Cuencas Hidrográficas

Para testear de forma exploratoria el uso de la AR-Sandbox se realizó una prueba abierta en el curso de Manejo de Cuencas Hidrográficas dictado en la carrera de Geografía de la Universidad de Concepción en noviembre de 2023. Los estudiantes que construyeron este recurso didáctico enseñaron a sus pares estudiantes su funcionamiento, su historia y las formas de usarla. Luego, los y las

estudiantes modelaron en 3D las cuencas hidrográficas chilenas que habían trabajado previamente en el curso en 2D y que tenían registradas en sus teléfonos celulares. En este contexto, se entiende por modelar territorios reales en 2D y 3D el proceso de replicar en un medio lo observado en la realidad o lo imaginado, considerando sus formas, contornos y procesos territoriales (Figura 3). Esta fue una sesión de juego libre sin evaluaciones sumativas y no se realizó en el contexto de una lección estructurada a diferencia de otros trabajos internacionales (Herrero et al., 2019; Puertas et al., 2020). Tampoco se aplicó la prueba Topographic Map Assessment (TMA) después de la experiencia que sí fue aplicada en el estudio de McNeal et al. (2020).

Figura 3.

Estudiantado moldeando la cuenca de Lonquimay en la Araucanía chilena



Nota. Esta fotografía contó con el asentimiento verbal de los y las estudiantes para su publicación.

Fuente: Archivos personales de las personas autoras.

Al finalizar la clase y la experiencia con la AR-Sandbox, se aplicó una encuesta basada en preguntas de opción múltiple (Apéndice) a una muestra de 13 personas estudiantes, las cuales suponían la totalidad de quienes participaron en la experiencia. Esta muestra fue seleccionada a priori y contó únicamente con participantes chilenos, tanto masculinos (69%) como femeninos (30%), en su mayoría con edades comprendidas entre 18 y 25 años (92%) y que tomaban el curso por primera vez (100%).

Aunque la muestra es pequeña esta resulta significativa debido al perfil de las personas encuestadas, y por ser la primera vez que interactuaban con la AR-Sandbox para modelar en 3D, teniendo al menos cuatro años de experiencia trabajando con mapas en 2D utilizando softwares SIG del tipo QGIS o ArcMap. Es importante mencionar que se les pidió a los y las participantes que aceptaran o rechazaran el consentimiento informado antes de participar en el estudio.

Capacitación docente para el uso de la AR-Sandbox

Tras la experiencia con el estudiantado se realizó una capacitación para el cuerpo docente de la carrera, con el fin de instruirlos en el uso didáctico de la AR-Sandbox en otras asignaturas, en enero de 2024. Allí, se explicó su funcionamiento, desde el trabajo en el computador, la calibración del proyector, el testeado de la humedad de la arena, entre otros aspectos.

Luego, en una sesión de juego libre, se expusieron espontáneamente ideas sobre cómo integrar la AR-Sandbox en programas de cursos, considerando las metodologías de enseñanza y aprendizaje propios, así como evaluando posibles sugerencias hacia asignaturas conceptualmente más complejas como geomorfología, riesgos socio-naturales e introducción a los SIG.

Algunas reflexiones obtenidas tras esta capacitación mostraron resistencia a la incorporación de esta experiencia innovadora, mencionando la falta de tiempo para aprender a utilizarla. En particular, un tema complicado que surgió durante la puesta en común de ideas fue la programación requerida para cambiar ciertos parámetros (altitud y cotas), y la lentitud del software para calibrar las alturas en la topografía (curvas de nivel). Esto coincide con experiencias internacionales (Stojšić et al., 2019) donde se observan reacciones negativas por parte del cuerpo docente hacia la introducción de nuevas tecnologías.

En cuanto a las reflexiones positivas, se resaltó la diversidad de contenidos y desafíos que se pueden abordar con la AR-Sandbox, promoviendo así una comprensión más profunda de los temas a tratar, en las posibilidades que ofrece para interpretar geoformas y para definir propuestas de una planificación territorial más efectiva. Además, se mencionó la gratificante sensación de regresar a la infancia al experimentar con la arena, aportando un toque lúdico y memorable a la experiencia educativa.

RESULTADOS

La aplicación de la encuesta reveló que la experiencia con la AR-Sandbox contribuyó a aclarar conceptos fundamentales del curso, como topografía, divisoria de aguas, escorrentía y geología de las cuencas hidrográficas, entre otros. La amplia mayoría de los participantes, un 99%, estuvo de acuerdo o muy de acuerdo con esta afirmación. Asimismo, también consideraron que es posible transferir esta experiencia a otras disciplinas que estudian el territorio, con un 83% de acuerdo o muy de acuerdo.

Se evidenció que, al generar la ilusión de movimiento, este recurso didáctico imita de forma muy realista las amenazas asociadas a fluidos. Así, en el modelamiento de las cuencas, se pudieron aplicar conocimientos sobre comportamiento hidrodinámico de los cursos de agua, inundaciones fluviales, desbordes de ríos y remoción en masa.

En la clase, también se utilizó la AR-Sandbox para modelar cuencas de alta montaña, recreando dinámicas de glaciares rocosos, formación de terrazas, avalanchas y flujos de lava en erupciones volcánicas. Los estudiantes pudieron comprender cómo complementar las estrategias de manejo de cuencas trabajadas en sus diagnósticos durante el semestre, considerando una representación tridimensional (3D) de la realidad.

El 69% de los participantes consideró que la AR-Sandbox les ayudó a entender conceptos espaciales mejor que utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG). La experiencia de modelar el territorio mejoró al pasar del 2D al 3D, y el 30% destacó que les ayudó como equipo a visualizar los procesos de la cuenca. Consecuentemente, la opción de modelar las cuencas hidrográficas en 3D fue la más seleccionada como primera preferencia (aproximadamente 70%), y, en segunda preferencia, la posibilidad de colaborar con su equipo modelando la cuenca en tiempo real (30%).

En cuanto a su aplicación práctica, quienes participaron se debatieron entre varias alternativas, obteniendo una amplia mayoría la opción de utilizarla en un *Plan de Manejo Integrado de Cuencas y Educación ciudadana ambiental* (61,5%). Con menores porcentajes quedaron las opciones de *modelar las cuencas primero en la sandbox y luego pasarlo a cualquier software SIG* (15,3%), *educación ciudadana ambiental* (15,3%) y *en la participación ciudadana de proyectos ambientales* (7,69%).

En la sección de colaboración y comunicación, un 34 % de las personas estudiantes señalaron que la AR-Sandbox les permitió compartir opiniones y ver el resultado en tiempo real, a diferencia del trabajo con SIG, donde solo trabajan en el ordenador de un compañero y luego exportan esa imagen y editan en un procesador de imágenes o en PowerPoint.

Luego, un 21% manifestó que la AR-Sandbox les permitiría entender mejor los conceptos de otros cursos más complejos conceptualmente, como geomorfología y ordenamiento territorial. Con menor porcentaje, escogieron las siguientes alternativas: *Es más entretenido, pero igual hay que editar en SIG al final para modelar las cuencas* (12%) y *No es muy diferente que trabajar en software SIG al modelar las cuencas* (3%). Por último, se les consultó sobre algunas críticas constructivas o elementos posibles a mejorar. Un 28% sugirió hacer un curso electivo sobre cómo utilizar la AR-Sandbox en contextos profesionales y educativos, otro 28% propuso *Integrarla en todos los programas de estudio*, un 21% recomendó *Ubicarla en un sector accesible a la comunidad*, un 12% sugirió *Integrarla en las evaluaciones de todos los cursos* y un 9% propuso *Integrarla como parte de los proyectos de tesis de pregrado*.

DISCUSIÓN

Impacto y Reflexiones de la Experiencia Didáctica AR-Sandbox

El uso de la AR-Sandbox no es nuevo alrededor del mundo, pero cada contexto en el que se utiliza ha ido construyendo un corpus de conocimiento propio sobre este recurso didáctico innovador (Barthele et al., 2023). Este dispositivo se ha convertido en un apoyo relevante en el aprendizaje de las ciencias asociadas a los estudios del territorio y en categorías de análisis espacial para modelar en 3D el relieve, fenómenos hidrológicos, vulcanismo y riesgos socio-naturales.

Se destacan los trabajos de Herrero et al. (2019) y Puertas et al. (2020), quienes describieron paso a paso sus experiencias didácticas en lecciones estructuradas para estudiar fenómenos geofísicos, como los procesos de solidificación de la lava después de una erupción volcánica.

Uno de los grandes aportes de los procesos de inmersión que proveen los entornos virtuales utilizados por la AR-Sandbox es su versatilidad (Leiva y Moreno, 2015) en sesiones de juego libre, lecciones semiestructuradas o lecciones estructuradas (McNeal et al., 2020). Esto da libertad al equipo docente para incluir este recurso didáctico donde sea más apropiado, considerando las necesidades propias de su estudiantado, los contenidos, las competencias que cada universidad busca implementar y las habilidades profesionales de cada carrera.

Desafíos y Futuras Investigaciones en el contexto de la educación universitaria en Chile

Estudios han destacado que quienes participan en las experiencias con AR reportan satisfacción, novedad, curiosidad y alegría al utilizar este recurso didáctico tanto en los cursos de pregrado en educación superior como en otros niveles (Carbonell-Carrera y Hess-Medler, 2019; Giorgis et al., 2017; Herrero et al., 2019; Kenworthy, 2022; Soltis et al., 2020; Viracucha y Manosalvas, 2021).

Al medir el aprendizaje de los contenidos de ciencias del territorio, existen divergencias entre autores, deduciéndose que una experiencia didáctica satisfactoria no siempre se traduce en buenos resultados en test de contenidos. Giorgis et al. (2017), Kenworthy (2022) y Richardson et al. (2018) no encontraron diferencias estadísticamente significativas en test de contenidos TMA aplicados a estudiantes que utilizaron la AR-Sandbox y quienes no la usaron.

Por el contrario, Carbonell-Carrera y Hess-Medler (2019), Kamarainen et al. (2013), McNeal et al. (2020), Soltis et al. (2020) y Turan et al. (2018), encontraron que la medición tras el uso del recurso didáctico mostró resultados positivos destacables. Johnson (2019) utilizó un instrumento similar llamado Spatial Reasoning Instrument (SRI) y encontró diferencias significativas positivas entre el pretest y el posttest en grupos que aplicaron la AR-Sandbox tanto en ciencias ambientales-físicas como en otras disciplinas. Para evitar sesgos de percepción que entregan las respuestas Soltis et al. (2020) utilizó biosensores de quienes participaron para medir su conductancia de la piel (o actividad electrodérmica – EDA) encontrando que el uso de AR-Sandbox mejoró la relación entre sus habilidades de razonamiento espacial y la participación.

Lamentablemente, en Latinoamérica no se llevan a cabo las pruebas anteriormente descritas pruebas, ni existen versiones disponibles en español. Consecuentemente, se carece de experiencias concretas que puedan contribuir a la recopilación de datos desde esta región del mundo.

Casos de estudio exitosos

En la educación superior, tanto en Latinoamérica como en el Norte Global, se han documentado experiencias que destacan el uso de la AR-Sandbox en la elaboración de tesis de pregrado y posgrado. También se ha abordado como recurso didáctico en las tesis realizadas en ambientes escolares/universitarios para evaluar el aprendizaje de las personas estudiantes de diversas carreras o niveles educativos, o para complementar la investigación en 2D en ciencias del territorio. Estas experiencias resaltan la relevancia de este recurso didáctico, que cuenta con más de 20 años de trayectoria.

Además, en ciertos contextos, la AR-Sandbox puede apoyar el desarrollo de habilidades computacionales en los trabajos de fin de grado en el creciente ecosistema de herramientas geocientíficas implementadas en Python (Wellmann et al., 2022). La evidencia identificada muestra un uso mayoritario en experiencias educativas testeadas en habilidades de la educación geográfica física (ver sección anterior).

En ese sentido, la AR-Sandbox podría contribuir a resolver carencias del estudiantado de pregrado en conceptos fundamentales asociados a las ciencias del territorio que no se han abordado correctamente en el currículo escolar secundario o primario, tales como paisaje, cuencas, riesgos socio naturales y tipos de relieve (Arenas et al., 2016; Olivares et al., 2023). Esto se comprobó al ver que una de las opciones más votadas para futuros usos de la AR-Sandbox fue la incorporación de un curso electivo sobre cómo usarla en contextos profesionales y educativos, como lo presentado por Herrero et al. (2019) y Puertas et al. (2020).

CONCLUSIONES

Este artículo presentó una experiencia didáctica innovadora en la carrera de Geografía de la Universidad de Concepción en 2023, basada en la implementación de una caja de arena con Realidad Aumentada (AR-Sandbox). Esta experiencia, que involucró a un equipo docente y de estudiantes desde su fase de diseño, se llevó a cabo durante una sesión de juego libre en el curso de Manejo de Cuencas Hidrográficas. La evaluación de la percepción estudiantil se realizó a través de un formulario en línea, y después, se ofreció capacitación al cuerpo docente para explorar las aplicaciones de esta herramienta en otros cursos.

Entre las principales reflexiones obtenidas tras esta experiencia didáctica, se destacan las reacciones positivas del estudiantado, quienes consideran la AR-Sandbox como recurso didáctico valioso que complementa el trabajo previo realizado en SIG y la cartografía de diagnóstico de cuencas hidrográficas chilenas. La interacción con esta tecnología no solo facilitó una comprensión más profunda de los conceptos, sino que también estimuló el interés por su uso en otros cursos electivos y en el desarrollo de sus tesis de fin de carrera.

No obstante, la experiencia también reveló ciertos desafíos, la resistencia de algunos/as docentes a estas experiencias innovadoras, los costos de construcción e implementación de una AR-Sandbox propia y el tiempo requerido para familiarizarse con su funcionamiento, particularmente en relación con la programación en Linux. Esta reticencia destaca la necesidad de estrategias efectivas de formación continua que aborden estas preocupaciones y fomenten una cultura de innovación en la enseñanza.

Adicionalmente, los comentarios de los estudiantes y la capacitación recibida indicaron una falta de integración de la AR-Sandbox en temas relacionados con la sostenibilidad urbana y la geografía humana. Se percibe una tendencia predominante a utilizar esta herramienta exclusivamente en el ám-

bito de problemáticas del medio físico y riesgos naturales, esto determina la necesidad de ampliar la aplicación de la AR-Sandbox a otros contextos y temas relevantes dentro del currículo de Geografía.

Las limitaciones del estudio fueron principalmente el tamaño de la muestra y la aplicación a solo un curso dada la reticencia de varios/as docentes a implementar este recurso didáctico ya que, desde su percepción, lo ven como un desafío adicional que requiere una planificación más rigurosa y un cambio en sus enfoques pedagógicos tradicionales.

Por último, esta experiencia aporta información sobre el impacto de la AR-Sandbox en la formación geográfica y en la preparación del estudiantado para abordar distintas problemáticas y enfrentar los desafíos contemporáneos en el ámbito ambiental y urbano. En el futuro, se espera investigar la eficacia del uso de la AR-Sandbox en otros cursos con lecciones estructuradas, con el objetivo de determinar la frecuencia mínima necesaria para lograr resultados óptimos en el aprendizaje, e identificar los instrumentos más adecuados para medir los conocimientos geográficos del estudiantado, considerando experiencias internacionales que sugieren la aplicación de herramientas como la prueba de Medición de Aprendizaje (TMA) o el Sistema de Referencia de Indicadores (SRI).

REFERENCIAS

- Akçayır, M. y Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of literature [Ventajas y desafíos asociados a la realidad aumentada para la educación: una revisión sistemática de la literatura]. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Araya, F. y Cavalcanti, L. (2018). Desarrollo del pensamiento geográfico: un desafío para la formación docente en Geografía. *Revista de Geografía Norte Grande*, (70), 51-69. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022018000200051>
- Arenas, A., Fernández, H. y Pérez, P. (2016). *Una Educación Geográfica para Chile. Elaboración de Documento Marco Comisión de Educación Geográfica de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas y Universidades Chilenas*. Santiago de Chile: Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas. <http://sociedadchilenadecienciasgeograficas.cl/2014/wp-content/uploads/2016/11/SOCHIGEO-2016-UNA-EDUCACION-GEOGRAFICA-PARA-CHILE.pdf>
- Arredondo, P. M. (2012). La educación geográfica en Chile: Desde su aparición en el currículo escolar en el siglo XIX hasta los ajustes curriculares de 2010. *Anekumene*, (4), 51-71 <https://doi.org/10.17227/Anekumene.2012.num4.7538>
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality [Un estudio de la realidad aumentada]. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Barthele, R., Sauer, S. y Wilkening, J. (2023). Exploring the potential of an augmented reality sandbox for Geo visualization [Explorando el potencial de un sandbox de realidad aumentada para la visualización geográfica]. *Proceedings of the International Cartographic Association*, 5, 1-6. <https://doi.org/10.5194/ica-proc-5-1-2023>

- Braz, A. M., García, P. H., Pinto, A. L., Chávez, E. S. y Oliveira, I. J. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1), 69-85. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.76232>
- Callai, H. C. (2018). Educação geográfica para a formação cidadã [Educación geográfica para la formación ciudadana]. *Revista de geografia Norte Grande*, (70), 9-30. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022018000200009>
- Carbonell-Carrera, C. y Hess-Medler, S. (2019). 3D Landform modeling to enhance geospatial thinking [Modelado de accidentes geográficos en 3D para mejorar el pensamiento geoespacial]. *International Journal of Geo-Information*, 8(65), 1-15. <https://doi.org/10.3390/ijgi8020065>
- Caso, M. V. F. y Gurevich, R. (2019). Geografía e problemas transversais: novidades curriculares, inovações pedagógicas e práticas de ensino [Geografía y problemas transversales: novedades curriculares, innovaciones pedagógicas y prácticas docentes]. *Revista Signos Geográficos*, 1, 1-20. <https://revistas.ufg.br/signos/article/view/58900>
- Chamba-Eras, L. y Aguilar, J. (2017). Augmented reality in a smart classroom—Case study: SaCI [Realidad aumentada en un aula inteligente—Caso de estudio: SaCI]. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 12(4), 165-172. <https://doi.org/10.1109/RITA.2017.2776419>
- Giorgis, S., Mahlen, N. y Anne, K. (2017). Instructor-led approach to integrating an Augmented Reality Sandbox into a large-enrollment introductory geoscience course for nonmajors produces no gains [El enfoque dirigido por un instructor para integrar un sandbox de realidad aumentada en un curso introductorio de geociencias de gran número de inscripciones para estudiantes que no se especializan no produce ganancias]. *Journal of Geoscience Education*, 65(3), 285-291. <https://doi.org/10.5408/17-255.1>
- Gurevich, R. E. (2017). Paisajes y visualidad: geografías para mirar. *Ateliê Geográfico*, 11(2), 6-18. <https://doi.org/10.5216/ag.v11i2.45923>
- Henríquez, O. y Jordán, R. (Coords.) (2013). *Guía, análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial*. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo [SUBDERE]. https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/guia_zonificacion_final_con_isbn.pdf
- Herrero, A., Godoy, A., Hongu, F. E. y González, A. (2019). AR Sandbox: Un recurso educativo interactivo para la modelización y simulación de procesos geológicos en el aula. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 27(1), 87-94. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/356268>
- Hod, Y. y Twersky, D. (2020). Distributed spatial Sensemaking on the augmented reality sandbox [Sensemaking espacial distribuido en el sandbox de realidad aumentada]. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 15, 115-141. <https://doi.org/10.1007/s11412-020-09315-5>
- Johnson, E. T. (2019). *The effectiveness of the augmented reality sandbox for improving spatial thinking in undergraduates [La efectividad del sandbox de realidad aumentada para*

mejorar el pensamiento espacial en estudiantes universitarios] [Tesis de maestría, Universidad de Auburn]. AUETD. <http://hdl.handle.net/10415/6676>

- Johnson, E. T. y McNeal, K. S. (2022). Student perspectives of the spatial thinking components embedded in a topographic map activity using an augmented-reality sandbox [Perspectivas de los estudiantes sobre los componentes de pensamiento espacial integrados en una actividad de mapa topográfico utilizando un sandbox de realidad aumentada]. *Journal of Geoscience Education*, 70(1), 13-24. <https://doi.org/10.1080/10899995.2021.1969862>
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S. y Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probe ware with environmental education field trips [EcoMOBILE: Integración de la realidad aumentada y el software de sondeo con excursiones de educación ambiental]. *Computers & Education*, 68, 545-556. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- Kenworthy, C. (2022). *Interaction with Augmented Reality Sandbox does not produce greater gains in Topographic Map Skills for Undergraduate Students* [La interacción con el Sandbox de Realidad Aumentada no produce mayores ganancias en las habilidades de mapas topográficos para los estudiantes de pregrado] [Tesis de grado, Universidad de Nebraska-Lincoln]. DigitalCommons UNL. <https://digitalcommons.unl.edu/honorstheses/421/>
- Kreylos, O., Kellogg, L. H., Reed, S., Hsi, S., Yikilmaz, M. B., Schladow, G., Segale, H. y Chan, L. (2016). *The AR Sandbox: Augmented Reality in geoscience education* [El AR Sandbox: Realidad aumentada en la educación en geociencias]. [Conferencia]. American Geophysical Union Conference, San Francisco, CA. <https://agu.confex.com/agu/fm16/meetingapp.cgi/Paper/193213>
- Kundu, A. S., Mazumder, O., Dhar, A., Lenka, P. K. y Bhaumik, S. (2017). Scanning camera and augmented reality-based localization of omnidirectional robot for indoor application [Cámara de escaneo y localización basada en realidad aumentada de un robot omnidireccional para aplicaciones en interiores]. *Procedia Computer Science*, 105, 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.183>
- Lee, T., Wen, Y., Chan, M. Y., Azam, A. B., Looi, C. K., Taib, S., Ooi, C. H., Huang, L. H., Xie, Y. y Cai, Y. (2022). Investigation of virtual & augmented reality classroom learning environments in university STEM education [Investigación de entornos de aprendizaje en aulas de realidad virtual y aumentada en la educación universitaria STEM]. *Interactive Learning Environments*, 32(6), 2617-2632. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2155838>
- Leiva, J. J. y Moreno, N. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: Experiencias y herramientas didácticas. *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia*, (31), 1-18. <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/291534>
- Machado, F., Nieto, R., Fernández-García, C., Rincón, M., González-Muñoz, S., Martín-González, F. y Borromeo, S. (2023). Designing Low-Cost Open-Hardware Electromechanical Scientific Equipment: A Geological Analogue Modeling Sandbox [Diseño de equipos científicos electromecánicos de hardware abierto de bajo costo: un sandbox de modelado geológico análogo]. *IEEE Access*, 11, 31716-31746. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3262617>

- McNeal, K. S., Ryker, K., Whitmeyer, S., Giorgis, S., Atkins, R., LaDue, N., Clark, C., Soltis, N. y Pingel, T. (2020). A multi-institutional study of inquiry-based lab activities using the Augmented Reality Sandbox: Impacts on undergraduate student learning. [Un estudio multiinstitucional de las actividades de laboratorio basadas en la indagación utilizando el Sandbox de Realidad Aumentada: Impactos en el aprendizaje de los estudiantes de pregrado]. *Journal of Geography in Higher Education*, 44(1), 85-107. <https://doi.org/10.1080/03098265.2019.1694875>
- Ministerio de Educación de Chile [MINEDUC]. (2019). *Bases curriculares III ° y IV ° Medio*. MINEDUC. <https://www.curriculumnacional.cl/portal/Ejes/Historia-Geografia-y-Ciencias-Sociales/Geografia/>
- Ministerio de Obras Públicas de Chile. (2024, 4 de enero). *Decreto 58 de 2023*. Aprueba Reglamento que establece el procedimiento para la elaboración, revisión y actualización, así como el monitoreo y reporte de los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas. <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/edicionelectronica/index.php?date=04-01-2024&edition=43741>
- Momin, S. (2020). *The Impacts of Using Augmented-Reality Sandbox on Students' Understanding and Communication in Geo-Science Lessons [Los impactos del uso de sandbox de realidad aumentada en la comprensión y la comunicación de los estudiantes en las lecciones de geociencias]* [Tesis de maestría, Universidad de Utrecht]. <https://studenttheses.uu.nl/handle/20.500.12932/38060>
- Moreno-Fernández, O., Solís-Espallargas, M., Moreno-Crespo, P. y Ferreras-Listán, M. (2022). Augmented reality and primary education: Linkage, potentiality and applicability from the perspective of teachers in initial training [Realidad aumentada y educación primaria: Vinculación, potencialidad y aplicabilidad desde la perspectiva del profesorado en formación inicial]. *Hacettepe University Journal of Education*, 38(3), 388-389. <https://hdl.handle.net/11441/156806>
- Olivares, V., Valdivia, C. y Moreno, J. (2023). Oportunidades y desafíos para la educación del riesgo de desastre en Chile. *Revista Educación*, 47(2), 1-24. <https://doi.org/10.15517/revedu.v47i2.53929>
- Puertas, J., Hernández-Ibáñez, L., Cea, L., Regueiro-Picallo, M., Barneche-Naya, V. y Varela-García, F.A. (2020). An Augmented Reality Facility to Run Hybrid Physical-Numerical Flood Models [Una instalación de realidad aumentada para ejecutar modelos híbridos físico-numéricos de inundación]. *Water*, 12(11), 1-13. <https://doi.org/10.3390/w12113290>
- Ramírez, J. I., Pulgarín, M. R. y Pimienta, A. (2024). Conceptos que componen las propuestas de enseñanza de la geografía integrada en las ciencias sociales escolares. *Entorno Geográfico*, (27), 1-34. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i27.13081>
- Reed, S., Hsi, S., Kreylos, O., Yikilmaz, M. B., Kellogg, L. H., Schladow, S. G., Segale, H. y Chan, L. (2016). Augmented reality turns a sandbox into a geoscience lesson [La realidad aumentada convierte un sandbox en una lección de geociencias]. *EOS*, 97. <https://doi.org/10.1029/2016EO056135>

- Richardson, R. T., Sammons, D. y Delparte, D. (2018). Augmented affordances support learning: Comparing the instructional effects of the Augmented Reality Sandbox and conventional maps to teach topographic map skills [Las posibilidades aumentadas apoyan el aprendizaje: Comparación de los efectos instruccionales del Sandbox de realidad aumentada y los mapas convencionales para enseñar habilidades de mapas topográficos]. *Journal of Interactive Learning Research*, 29(2), 231-248. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1179799>
- Soltis, N. A., McNeal, K. S., Atkins, R. M. y Maudlin, L. C. (2020). A novel approach to measuring student engagement while using an augmented reality sandbox [Un enfoque novedoso para medir la participación de los estudiantes mientras se utiliza un sandbox de realidad aumentada]. *Journal of Geography in Higher Education*, 44(4), 512-531. <https://doi.org/10.1080/03098265.2020.1771547>
- Stojšić, I., Ivkov-Džigurski, A. y Maričić, O. (2019). The readiness of geography teachers to use mobile devices in the context of immersive technologies integration into the teaching process [La disposición de los profesores de geografía para utilizar los dispositivos móviles en el contexto de la integración de tecnologías inmersivas en el proceso de enseñanza]. *Geographica Pannonica*, 23(2), 121-133. <https://doi.org/10.5937/gp23-20762>
- Turan, Z., Meral, E. y Sahin, I. F. (2018). The impact of mobile augmented reality in geography education: Achievements, cognitive loads and views of university students [El impacto de la realidad aumentada móvil en la enseñanza de la geografía: logros, cargas cognitivas y visiones de los universitarios]. *Journal of Geography in Higher Education*, 42(3), 427-441. <https://doi.org/10.1080/03098265.2018.1455174>
- Villacreces, E., Pillasagua, A. y Romero, C. (2016). Los recursos didácticos y el aprendizaje significativo en los estudiantes de bachillerato. *Revista Científica Sinapsis*, 2(9), 1-17 <https://doi.org/10.37117/s.v2i9.94>
- Viracucha, E. y Manosalvas, S. (2021). Prototipo caja de arena de realidad aumentada GS-Sandbox. *Revista Politécnica*, 47(2), 63-68. <https://doi.org/10.33333/rp.vol47n2.06>
- Wellmann, F., Virgo, S., Escallon, D., Varga, M., Jüstel, A., Wagner, F.M., Kowalski, J., Zhao, H., Fehling, R. y Chen, Q. (2022). Open AR-Sandbox: A haptic interface for geoscience education and outreach [Open AR-Sandbox: Una interfaz háptica para la educación y la divulgación de las geociencias]. *Geosphere*, 18(2), 732-749. <https://doi.org/10.1130/GES02455.1>

Agradecimientos

Los/las autores/as agradecen las contribuciones de los/as revisores/as anónimos. Asimismo, agradecen el trabajo de los y las estudiantes que construyeron la AR-Sandbox: Bárbara Pauchard Fierro, Diego Cano Cuevas y Fernanda Araneda Fernández. También, agradecen la colaboración de Mg. Leticia Astudillo Reyes y Dra. Ianire Galilea Salvador.

Financiamiento

La construcción de la AR-Sandbox fue financiada por la Dirección de Docencia de la Universidad de Concepción Fondo de Apoyo a la Docencia Colabora.doc C22-124, por el Magíster en Análisis

Geográfico y la Jefatura de Carrera de Geografía de la misma universidad. CO agradece el aporte indirecto de CIGIDEN Fondap 2023 Postdoctorado WP5 [Proyecto 1523A009].

Cumplimiento de Normas Éticas

Esta investigación consideró personas como sujetos y contó con su Consentimiento Informado para su participación voluntaria.

Declaración de divulgación

Las y los autores declaran que no tienen conflictos de interés con respecto a la investigación, autoría y/o publicación de este artículo. Los financiadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio; en la recopilación, análisis o interpretación de datos; en la redacción del manuscrito; o en la decisión de publicar los resultados. Durante la preparación de este trabajo, las y los autores utilizaron el Large Language Model (LLM) CHATGPT 4.0 y DeepL Write para la edición general en todo el texto. Después de utilizar esta herramienta/servicio, las y los autores revisaron y editaron el contenido según fuera necesario y asumen toda la responsabilidad del contenido de la publicación.

El código para el funcionamiento de la AR-Sandbox puede ser descargado y adaptado gratuitamente en la página web <https://arsandbox.ucdavis.edu>

APÉNDICE

Formulario aplicado a estudiantes

Estimado/a estudiante, este formulario busca entender cómo ha sido tu experiencia tras utilizar la AR-Sandbox provista por el Departamento de Geografía UDEC en la clase de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Tus respuestas son anónimas y tu participación es completamente voluntaria ¡Gracias por tu atención!

1. Consentimiento Informado (Selección única)

<input type="checkbox"/>	Acepto participar en la encuesta (pasa a la pregunta 2)
<input type="checkbox"/>	No acepto participar en la encuesta (se cierra el formulario)

2. Identificación. ¿Con qué genero te identificas? (Selección única)

<input type="checkbox"/>	Masculino	<input type="checkbox"/>	Femenino	<input type="checkbox"/>	Prefiero no decirlo
--------------------------	-----------	--------------------------	----------	--------------------------	---------------------

3. Identificación ¿Cuál es tu rango de edad? (Selección única)

<input type="checkbox"/>	18-25	<input type="checkbox"/>	26-35	<input type="checkbox"/>	36-45
--------------------------	-------	--------------------------	-------	--------------------------	-------

4. Identificación ¿Es la primera vez que tomas el curso de Manejo de Cuencas Hidrográficas? (Selección única)

<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>	No
--------------------------	----	--------------------------	----

5. Conceptos Básicos: Califica 1 a 5 la siguiente frase siendo 1=Totalmente en desacuerdo / 5=Totalmente de acuerdo (Selección única): Usar la AR-Sandbox me ayudó a clarificar los conceptos clave del manejo de cuencas como la topografía, la escorrentía y la formación de cuencas hidrográficas

6. Conceptos Básicos: Califica 1 a 5 la siguiente frase siendo 1=Totalmente en desacuerdo / 5=Totalmente de acuerdo (Selección única): Es posible integrar el trabajo en otras disciplinas como la ecología, la geología o la planificación urbana utilizando la AR-Sandbox

7. Interacción con la Realidad Aumentada: ¿Cómo te benefició la tecnología de realidad aumentada en la comprensión de los conceptos de manejo de cuencas? (Selección única)

<input type="checkbox"/>	Me ayudó a entender los conceptos de mejor manera porque los veo en 3D, a diferencia del SIG que es en 2D
<input type="checkbox"/>	Nos ayudó como equipo a ver los procesos que se dan en la cuenca
<input type="checkbox"/>	La experiencia no fue muy diferente a aprender en una clase normal de cuencas
<input type="checkbox"/>	Aprendo mejor los conceptos o procesos en SIG porque es en 2D que en la AR-Sandbox que es en 3D

8. Interacción con la Realidad Aumentada: Ordena de mayor importancia a menor importancia los siguientes aspectos específicos de la realidad aumentada desde lo que te ayudó más a lo que te ayudó menos (Selección única).

<input type="checkbox"/>	La opción de modelar en 3D la cuenca en tiempo real
<input type="checkbox"/>	Los colores que indican las profundidades o alturas de las cuencas (topografía)
<input type="checkbox"/>	La posibilidad de colaborar con mi compañeros/as modelando la cuenca en tiempo real
<input type="checkbox"/>	El que sea interactivo y divertido participar con mis compañeros/as

9. Aplicación Práctica: De las siguientes alternativas ¿en qué situaciones profesionales de tu área podrías aplicar los conocimientos adquiridos en la AR-Sandbox? (Selección múltiple).

<input type="checkbox"/>	En el Plan de Manejo de Cuencas
<input type="checkbox"/>	En la participación ciudadana de proyectos ambientales
<input type="checkbox"/>	Educación ciudadana ambiental
<input type="checkbox"/>	Se podrían modelar las cuencas primero en la AR-Sandbox y luego pasarlo a cualquier software SIG

10. Colaboración y Comunicación: ¿Cómo la AR-Sandbox facilita la colaboración entre estudiantes para comprender mejor los conceptos de manejo de cuencas? (Selección múltiple).

<input type="checkbox"/>	Permite modelar en conjunto la cuenca, no es un trabajo individual como en SIG
<input type="checkbox"/>	Permite entregar diferentes opiniones y ver el resultado en tiempo real
<input type="checkbox"/>	Me permitiría entender mejor los conceptos de otros ramos como geomorfología, ordenamiento territorial, sustentabilidad urbana, etc.
<input type="checkbox"/>	No es muy diferente que trabajar en software SIG al modelar las cuencas
<input type="checkbox"/>	Es más entretenido, pero igual hay que editar en SIG al final para modelar las cuencas

11. Críticas Constructivas: ¿Qué aspectos de la AR-Sandbox que crees que podrían mejorarse para hacerla más efectiva como herramienta educativa? (Selección múltiple).

<input type="checkbox"/>	Ubicarla en un sector accesible a la comunidad
<input type="checkbox"/>	Integrarla en los programas de estudio
<input type="checkbox"/>	Integrarla como parte de los proyectos de tesis
<input type="checkbox"/>	Integrarla en las evaluaciones de los cursos
<input type="checkbox"/>	Hacer un curso electivo sobre cómo utilizarla en contextos profesionales y educativos